



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Comptes Rendus Palevol

www.sciencedirect.com



Paléontologie humaine et préhistoire

L'humanisation au prisme des pierres taillées[☆]

Humanization viewed from prehistoric knapped stones

Jacques Pelegrin^{*}, Hélène Roche

MAE, UMR 7055 « Préhistoire et Technologie », CNRS, université Paris Ouest, Nanterre, 21, allée de l'université, 92023 Nanterre cedex, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 8 février 2016

Accepté après révision le 26 février 2016

Disponible sur internet le xxx

Géré par Marcel Otte

Mots clés :

Humanisation

Technologie lithique

Paléolithique ancien

Pierres taillées

Intelligence technique

Keywords:

Humanization

Lithic technology

Early Palaeolithic

Knapped stone

Technical intelligence

RÉSUMÉ

Les outils de pierre taillée sont d'excellents témoins des capacités psychiques de leurs auteurs. Quasi impérissables, on peut y lire l'agencement des enlèvements et les techniques utilisées. Sur cette base, on présente quelques stades marquants de l'évolution de la technologie lithique préhistorique, en analysant les capacités psychiques dont ils témoignent. Les outils taillés du Paléolithique le plus ancien surpassent déjà le cassage des noix par le Chimpanzé. Des débitages d'éclats, dès 2,3 Ma, montrent une forme d'organisation des enlèvements, et la capacité à prévenir une difficulté. Les bifaces réguliers et symétriques d'Afrique et d'Europe, apparus entre 1 Ma et 500 Ma, témoignent d'une image mentale spécifiée et donc d'une capacité de conceptualisation. Les débitages à prédétermination, un peu plus récents, démontrent une planification par objectifs : les modalités sont subordonnées à des intentions spécifiées et hiérarchisées.

© 2016 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Cet article est publié en Open Access sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

Knapped stone tools constitute an interesting evidence of the mental abilities of their makers. Almost imperishable, they bear visible traces of the successive removals they come from, and of the flaking techniques used. On that basis, we present a few remarkable achievements along the evolution of prehistoric lithic technology, and discuss their capabilities. The tools of the oldest Palaeolithic already surpass the nut cracking from Chimpanzees. Some core reductions into flakes, as early as 2.3 My, show a repeated organization of the removals, and the capacity to prevent a problem. The regular and symmetrical hand-axes from Africa and Europe, appearing between 1 and 0.5 My, provide evidence of a mental template and hence a capacity of conceptualization. The Levalloisian core reduction, somewhat more recent, give evidence of a goal structured method: the technical actions were hierarchized and subordinate to morphological intentions.

© 2016 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] N.B. : Ce bref article est une synthèse de travaux antérieurs. Plusieurs figures de H. Roche (1 à 3) et de J. Pelegrin (4 et 5) ont déjà été publiées ainsi que des passages de ce texte en anglais in : Pelegrin (2005) et Pelegrin (2009).

^{*} Auteur correspondant.

Adresses e-mail : jacques.pelegrin@mae.u-paris10.fr (J. Pelegrin), helene.roche@mae.u-paris10.fr (H. Roche).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2016.03.001>

1631-0683/© 2016 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Cet article est publié en Open Access sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abridged English version

The fact that Modern Human ancestors never ceased to produce knapped stone tools since about 3 million years offers a remarkable opportunity to evaluate the development of cognitive abilities along the humanization process.

In this synthesis article, we first recall a few methodological points. Imperishable, knapped stones offer the possibility of “technical” reading: one can “read” the impact origin and direction of each removal, as well as the relative order of intersecting removals. The detachment techniques can also be recognized, after comparison with modern knapping experiments using different techniques (hard stone percussion, hard wood percussion, antler percussion, etc.). Then we present a few remarkable performances that can be regarded as technological landmarks.

Some of the earliest known industries, such as Kada Gona in Ethiopia (Roche, 1980; Semaw et al., 1997), already involved the conchoidal fracture for the detachment of flakes and the knapping of choppers (Fig. 1). This is clearly surpassing the cracking of nuts by chimpanzees, which is indeed similar to the split on anvil fracture mechanism, much simpler than conchoidal fracture.

At Lokalelei 2 C, older than 2 My, some hominins (*Homo habilis*?) were capable of detaching several dozens of flakes from one single core, and with a repeated method of knapping that could include a preventive correction of the striking platform (Fig. 2) (Delagnes et al., 2005; Roche et al., 1999).

Later on, the standardization and regularity of the Evolved Acheulian hand-axes (older than 900,000 years in East Africa; Roche and Texier, 1996), demonstrate that they are the result of a deliberate shaping and that their shape was precisely conceptualized, providing evidence of a mental template (Fig. 3).

Several hundred thousand years ago, at the time of pre-Neandertal and early Sapiens people, the Levallois flake production processes imply a clear goal structure process (planning by objectives, not by monotonous or random actions). Elementary actions are flexibly subordinated to precise intentions: the outline and convexity of the flaking surface, the striking platform with a “chapeau de gendarme” preparation, the reshaping of the core (Fig. 4, 5). The control of the knapping is fully achieved, insured by lucid follow-up based on previous experience, and the capacity to imagine sequences of next to come actions that are at the same time practicable and desirable. Such a know-how is related to a capacity of temporalisation of mental images (how the piece looks, how it should look, how it may look if I do this or that), as well as the principle of propositional reasoning (if... then...), which is the root of the relation of causality. So, a modern technical intelligence is clearly already reached at that period of the Middle Palaeolithic. The later realizations of *Sapiens sapiens*, at such moment and in such region, will correspond to a diversification of the performances, allowed by the cultural accumulation of knowledge and innovations.

Another modern feature comes out from the most regular and well knapped Acheulean hand-axes: the evidence of self-emulation and emulation between knappers-hunters, who strive to show the best of themselves, as well as to

please oneself. There is a *H. ludens* within *H. sapiens*, which is also a side of technicity, and a strong factor of motivation for skill acquisition and competence.

1. Introduction

L'homme moderne diffère bien davantage des autres primates par les aptitudes de son cerveau, dans leurs multiples aspects, que par ses caractères anatomiques ou biologiques généraux. Si l'on admet que le comportement de l'homme avec différents matériaux – son comportement technique – est lui-même en relation forte avec ses capacités psychiques – ou cognitives –, alors les préhistoriens technologues sont concernés au premier chef par la question de l'humanisation, terme que nous préférons ainsi à celui d'homínisation (Alimen et Goustard, 1962; Bordes, 1971; Leroi-Gourhan, 1964; Pelegrin, 1993; Roche, 1989; Roche et Texier, 1996; Toth, 1993; Wynn, 1991).

Par chance, en plus de la bonne conservation des matériaux minéraux, les outils de pierre sont d'excellents témoins pour une analyse des performances techniques de nos ancêtres préhistoriques.

En effet, la pierre garde une trace fidèle et définitive des actions qu'elle a subies. Même un coup infructueux y laisse une trace sous la forme d'une fissuration ou d'un écrasement à l'endroit percuté. Des percussions répétées et dispersées, sans résultat au-delà d'un ou deux coups de réglage, dénonceront ainsi maladresse ou mésestimation. Par ailleurs, toute fracture laisse en fait une double trace : sur la pièce dont l'éclat est détaché (c'est son négatif), et l'éclat lui-même (le positif). L'éclat comme son négatif peuvent être orientés : le point précis d'origine de l'impact et la direction de percussion sont lisibles sans ambiguïté. Qui plus est, l'ordre de deux enlèvements adjacents, dont les négatifs se recoupent, peut être déterminé. La combinaison de ces observations, emplacement, direction et ordre des négatifs visibles sur un nucléus, un éclat ou une pièce façonnée – appelée schéma diacritique, vient ainsi « réanimer » avec exactitude toute une séquence d'enlèvements. Le remontage ou le rapprochement de pièces issues de différents moments du processus de fabrication permet finalement d'en retracer l'ensemble du déroulement (Inizan et al., 1995). Une image : les pierres taillées équivalent à des transcriptions de parties de jeu d'échecs, transcriptions ainsi offertes à l'analyse du jeu des participants.

Un autre caractère capital est la stabilité des réactions du matériau à la taille, en particulier selon le mécanisme dit de la « fracture conchoïdale », très majoritairement utilisé pendant l'ensemble de la Préhistoire. À l'opposé d'une fragmentation aléatoire par écrasement (comme « ouvrir » une noix) ou bris (comme casser une vitre avec un marteau), la fracture conchoïdale, selon des conditions que nous verrons plus loin (contrôle moteur de l'incidence, profondeur et énergie du coup, chacune adaptée à l'enlèvement projeté), offre la possibilité d'un contrôle et d'une anticipation presque exacte de chaque enlèvement.

Cette fidélité et cette prévisibilité des réactions du matériau présentent une double conséquence. En premier, le contrôle de la fracture conchoïdale, quoique difficile à cause de ses nombreux paramètres, se prête particulièrement à

apprentissage : ses conditions deviennent peu à peu maîtrisables, tandis que le tailleur apprend à combiner des suites d'enlèvements pour aboutir à un résultat potentiellement très précis.

En second, cette stabilité des réactions du matériau les rend pareillement interprétables par le préhistorien technologue. Au prix d'une observation fine, l'ensemble du déroulement de la fabrication d'un outil peut donc être non seulement « lu », mais aussi apprécié et évalué, la pratique moderne de la taille pouvant ici servir de comparaison, aidant à apprécier l'intentionnel de l'accidentel ou du contingent. Le préhistorien technologue peut donc légitimement en dire sur les capacités cognitives des auteurs de pierres taillées, et ainsi participer au débat actuel sur le développement de l'intelligence au sein du processus général de l'humanisation.

Nous proposons donc ici de nous pencher sur quelques jalons.

La Préhistoire fournit un corpus extrêmement varié de « performances », c'est-à-dire de réalisations techniques en pierre taillée, depuis les plus anciennes connues, vieilles de près de 3 millions d'années. Nous sélectionnerons ici quelques cas-repères qui nous paraissent illustrer les « stades » ou « performances » les plus remarquables.

1) Longtemps les outils taillés les plus anciens connus, ceux des sites éthiopiens de Kada Gona et Kada Hadar âgés d'environ 2,6 et 2,4 Ma ont été d'abord étudiés par H. Roche¹. Ils consistent en galets aménagés, taillés sur une ou deux faces (4 à 5 enlèvements), ou encore tronqués selon l'épaisseur : la partie taillée forme alors une surface convexe et délimite un bord taillé irrégulier mais tranchant (Fig. 1). On peut encore identifier deux nucléus assez volumineux qui portent chacun 3 négatifs d'enlèvements, et quelques éclats (Roche, 1980 : 30). D'autres séries d'environ 2,5 Ma ont été découvertes depuis par d'autres chercheurs, avec des nucléus taillés sur une ou deux faces, et plusieurs séries d'éclats détachés d'un même nucléus (Semaw et al., 1997).

Sur de telles collections rapportées à l'Oldowayen, H. Roche a pu mettre en évidence que « seules quelques possibilités d'agencer les enlèvements avaient été abondamment répétées, assorties de toutes les formes de bord taillé et de toutes les formes de support, avec les mêmes tendances répétitives de contrainte de la matière première ». Elle en concluait : « on peut alors parler de standardisation, dans les gestes, et non dans les formes, rejoignant ainsi l'opinion de F. Bordes (1970) qui estime que la stabilité des formes n'apparaîtra que bien plus tard, à l'Acheuléen » (ibid. p. 193).

Cette simplicité de méthode ne doit cependant pas masquer le caractère déjà bien contrôlé de la technique. C'est bien par une fracture conchoïdale qu'ont été produits ces enlèvements, sur un matériau assez résistant qui requiert un coup franc, décidé, pour produire chaque enlèvement (confirmé par Semaw et al., 1997). Il n'y a d'ailleurs pas trace de répétition du coup ou d'acharnement infructueux :

¹ Tout récemment, notre collègue Sonia Harmand et son équipe ont découvert des pièces taillées plus anciennes, datées d'environ 3,3 Ma, dont une part au moins par fracture conchoïdale, sur enclume ou peut-être « à main libre » (Harmand et al., 2015).

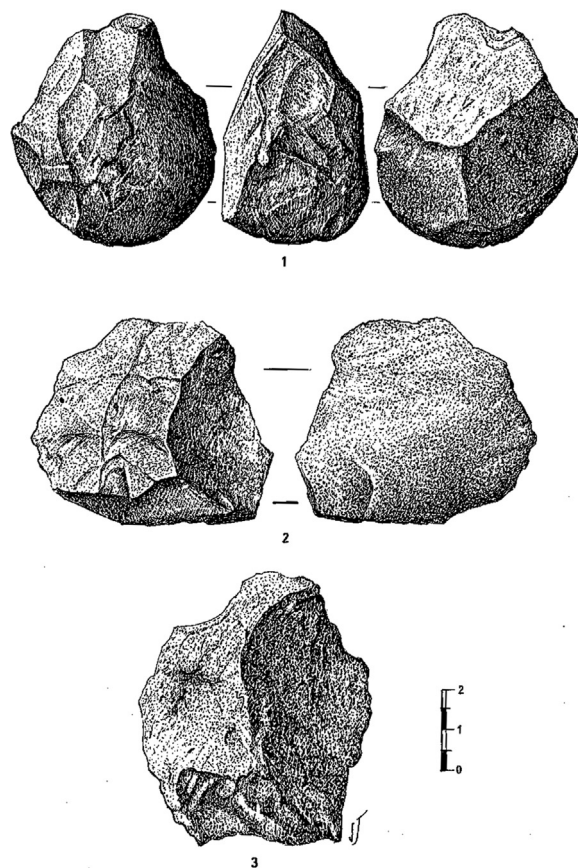


Fig. 1. Trois galets taillés ou aménagés de Kada Hadar 72 (Éthiopie). Les négatifs, avec plusieurs contre-bulbes nets, ainsi que les bords vifs non écrasés, montrent que les détachements ont été produits par fracture conchoïdale, et non par percussion verticale sur enclume.

Fig. 1. Three knapped pebbles from Kada Hadar 72 (Ethiopia). The flakes scars, some of them with a clear bulb negative and the fresh un-crushed edges indicate that the removals were produced by conchoidal fracture, and not by split breaking on an anvil.

D'après H. Roche, 1980, p. 31.

les bords sont nets. Ceci nous mène à contester formellement l'assimilation souvent faite entre cassage des noix (par les chimpanzés), et la taille par fracture conchoïdale :

- la fracture conchoïdale implique une précision beaucoup plus grande que le cassage des noix (la noix est écrasée par une large surface plate du percuteur, avec une tolérance de plusieurs centimètres, alors que, dans la fracture conchoïdale, un percuteur ovoïde vient par l'une de ses protubérances frapper une surface plate du support (le plan de frappe) avec une précision de quelques millimètres) ;
- la fracture conchoïdale requiert une véritable bimanualité active, dans laquelle la main gauche doit orienter correctement la pièce à tailler dans les 3 dimensions de l'espace, et le membre supérieur gauche doit produire une réaction antagoniste exactement synchrone de l'impact. En revanche, dans le cassage des noix, la main gauche du chimpanzé se contente de placer et éventuellement de maintenir immobile la noix sur l'enclume.

En revanche, la fracture en split de galets posés eux aussi sur une enclume et martelés verticalement par un lourd percuteur à face plate est effectivement similaire au cassage des noix, mais cette technique ne s'observe guère que dans les régions où ne sont disponibles que des galets ovoïdes ou sub-sphériques, impossibles à entamer par fracture conchoïdale.

2) Le repère suivant nous est fourni par les débitages de Lokalelei 2 C (Kenya, West-Turkana), site qui a fourni à H. Roche une série remarquablement bien conservée datée de 2,3 Ma (Roche, 2005 ; Roche et al., 1999). Ici, les préhistoriques (*Homo habilis* ?) ont débité des blocs ou grands fragments de roches volcaniques pour en tirer des éclats par fracture conchoïdale. Les remontages de plusieurs dizaines de nucléus, effectués par A. Delagnes et H. Roche (2005), y sont impressionnants. Ce sont une à plusieurs dizaines d'éclats qui ont été détachés de chacun de ces nucléus, agencés par petites séries sub-parallèles ou convergentes, aux dépens d'une configuration morphologique favorable, c'est-à-dire un dièdre non obtus formant d'un côté le plan de frappe et de l'autre une surface de débitage relativement large. Les points remarquables sont :

- la lucidité du ou des auteurs, appréciable par leur aptitude à réorienter le support quand il le fallait, afin de conserver ou de retrouver une configuration morphologique favorable ; on note, par ailleurs, l'absence de tentative d'enlèvement lorsque l'angle ne s'y prête pas ;

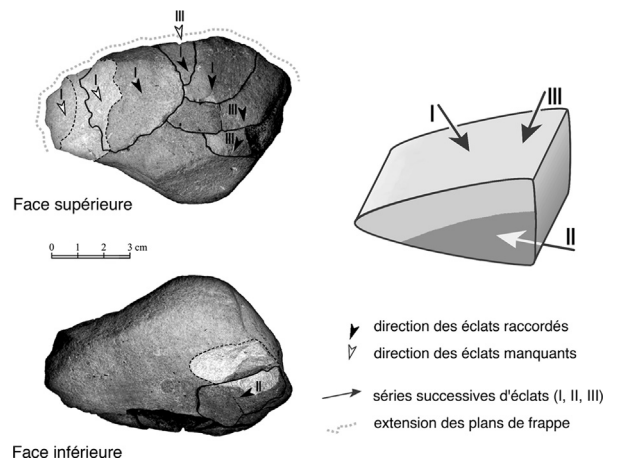


Fig. 2. Vues d'un nucléus débité et remonté de Lokalelei 2 C, qui montre, après le débitage de 5 éclats (I), l'enlèvement d'un éclat pour corriger le plan de frappe (II), et le débitage de 3 autres éclats (III).

Fig. 2. Views of a core and its refitted flakes from Lokalelei 2 C. After five flakes (I), one flake is removed from the side to correct the striking platform (II), followed by three other flakes (III).

D'après Delagnes et Roche, 2005, copyright Mission Préhistorique française au Kenya, dir. H. Roche.

- l'efficacité et la précision des impacts, ce qui suppose de bien savoir où viser, et d'être assez adroit pour atteindre le point visé. Aucun « martelage » – répétition de coups infructueux – n'est décelable.

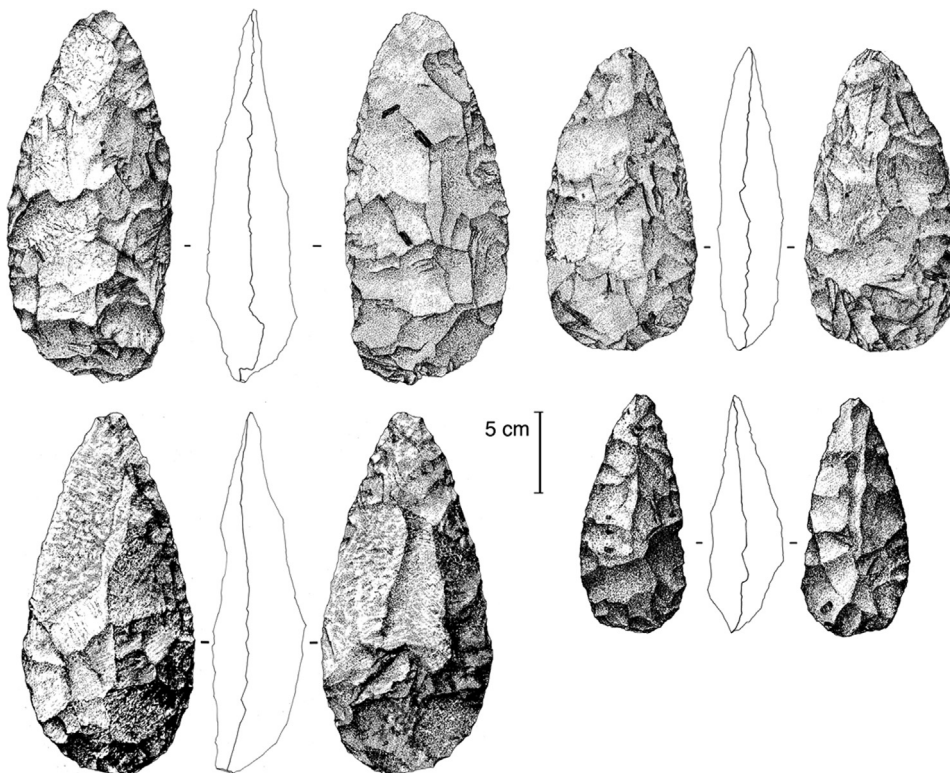


Fig. 3. Bifaces d'Isenya, qui affectent une nette tendance de forme en amande allongée.

Fig. 3. Bifaces from Isenya, the outline of which tending to an elongated almond shape.

D'après H. Roche, 2005, dessins de M. Reduron, copyright Mission préhistorique française au Kenya, dir. H. Roche.

La chaîne opératoire paraît globalement réductible à une formule simple ; « enchaîner quelques enlèvements à partir d'un dièdre non obtus favorable ». Cependant, plusieurs nucléus indiquent davantage, dans la mesure où, de façon nette, leur plan de frappe devenu irrégulier a été rectifié par l'enlèvement d'un petit éclat avant que le débitage proprement dit ne soit poursuivi vers l'autre face (Fig. 2). Ceci atteste un élément cognitif important : l'individu était capable de constater l'inadéquation du plan de frappe, et de remédier à ce défaut par un enlèvement clairement prédéterminant ; c'est-à-dire non voulu en tant que tel – comme produit –, mais recherché pour son effet sur la configuration du plan de frappe. Il y a donc capacité à juger et à réagir face à une configuration inadéquate, et pas seulement à exploiter une conformation adéquate.

3) Des activités de taille beaucoup plus élaborées apparaissent il y a plusieurs centaines de milliers d'années. Leur réalisation comprend plusieurs étapes, marquées par des changements d'opération (mise en forme, production proprement dite, réaménagement, préparation de certains détachements à l'aide d'un autre outil) ou de technique, et aboutit à des produits normalisés ou standardisés, selon des caractères indépendants de la morphologie et des propriétés du matériau. Deux familles d'exemples peuvent être distinguées, différemment instructives :

1° Des opérations de façonnage, comme la fabrication de bifaces à bords réguliers et symétriques tant en vue de face que de profil. La série de plusieurs centaines de bifaces d'Isenya (Kenya, dir. H. Roche, environ 700 mille ans) est frappante par la répétition remarquable de leur forme, en amande allongée (Fig. 3). Cette stabilité démontre que leurs auteurs avaient en tête une image de cette forme, et que les quelques dizaines d'enlèvements de façonnage ont été menés pour obtenir–respecter–cette forme préconçue, selon un agencement et un ordre adaptés mais hautement variables, non stéréotypés.² En plus de ses près de 800 bifaces, Isenya a également fourni près de 1300 hachereaux sur grand éclat, qui tendent eux aussi à des formes spécifiées (Roche, 2005 ; Texier et Roche, 1995).

2° Plus récents, des débitages « prédéterminés », dont les produits sont préconfigurés par une mise en forme générale et éventuellement un réaménagement du nucléus, dont certains débitages de méthode Levallois forment un exemple incontestable (identifié au moins depuis Commont, 1913 : 266, définition précisée et élargie par Boëda, 1994 ; Boëda, 1995 ; Boëda et al., 1990). Dans ce cas (Fig. 4 et 5), le nucléus est d'abord mis en forme par une série d'enlèvements « prédéterminants », de façon à faire apparaître une large surface bombée (en fait, la position et l'orientation de cette surface sont « choisies » dès le début de la démarche ; une large surface régulièrement bombée n'apparaît pas par hasard à un moment indéterminé). Ceci fait, le tailleur aménage par un facettage délicat le point de

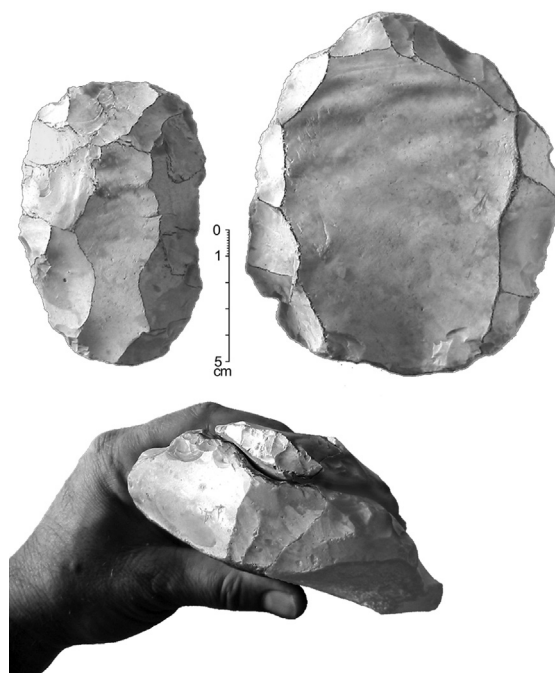


Fig. 4. En haut, un nucléus (à droite) et un éclat (à gauche) Levallois du site d'Ault (un site de taille du Nord de la France qui a livré des centaines de tels nucléus Levallois ; sur près de 300 nucléus, le dernier négatif enlève en moyenne près de 70 % de la surface de débitage (Perpère, 1999), ce qui prouve le caractère préférentiel de ce dernier éclat prédéterminé). L'éclat a probablement été abandonné à cause de sa terminaison distale rebrousse non tranchante ; il ne provient pas du nucléus figuré, mais pourrait presque s'y raccorder. En bas, le positionnement de l'éclat sur le nucléus révèle la préparation facettée du plan de frappe en « chapeau de gendarme », expliquée à la Fig. 5. On remarque à la face supérieure de l'éclat un grand négatif d'enlèvement d'un probable éclat Levallois précédent de même direction, après lequel le nucléus a été réaménagé pour permettre la production d'un second éclat Levallois ici figuré.

Fig. 4. Top: a Levallois core (right) and flake (left) from Ault, a knapping site in northern France that yielded several hundreds of Levallois cores. On nearly 300 cores, the last flake scar removes an average of 70 % of the flaking surface (Perpère, 1999), proving that this last predetermined flake was intentional. The flake shown was probably abandoned due to its dull, hinged distal edge; it does not come from the core shown but corresponds very closely. Bottom, the position of the flake on the core reveals the faceted preparation of the striking platform in a "chapeau de gendarme" shape, explained in Fig. 5. The upper face of the flake presents a large flake scar of a probable preceding Levallois flake in the same direction, after which the core was re-prepared to allow the production of a second Levallois flake, shown here.

Photos J. Pelegrin.

percussion prévu, généralement dans l'axe d'allongement du nucléus, de façon à dégager ce point légèrement en relief et correctement incliné. Le coup alors porté enlève un éclat qui recoupe la convexité–le « bombé »–de la surface de débitage et en a ainsi la forme « prédéterminée ».

Nous insistons sur le fait que de telles chaînes opératoires ne sont plus réductibles à des répétitions ou enchaînements simples de gestes élémentaires. La démarche–la méthode–ne consiste pas à détacher des éclats en profitant d'une configuration favorable du support (on a vu que les débitages de Lokalelei 2C ne sont déjà plus tout à fait réductibles à une telle formule simple),

² Notre collègue Pierre-Jean Texier a également montré par expérimentation que le façonnage des grands éclats supports de ces bifaces avait été exécuté par percussion directe organique, c'est-à-dire, dans ce contexte sans cervidés, à l'aide d'un gourdin de bois dur (Roche, 2005 : 45).

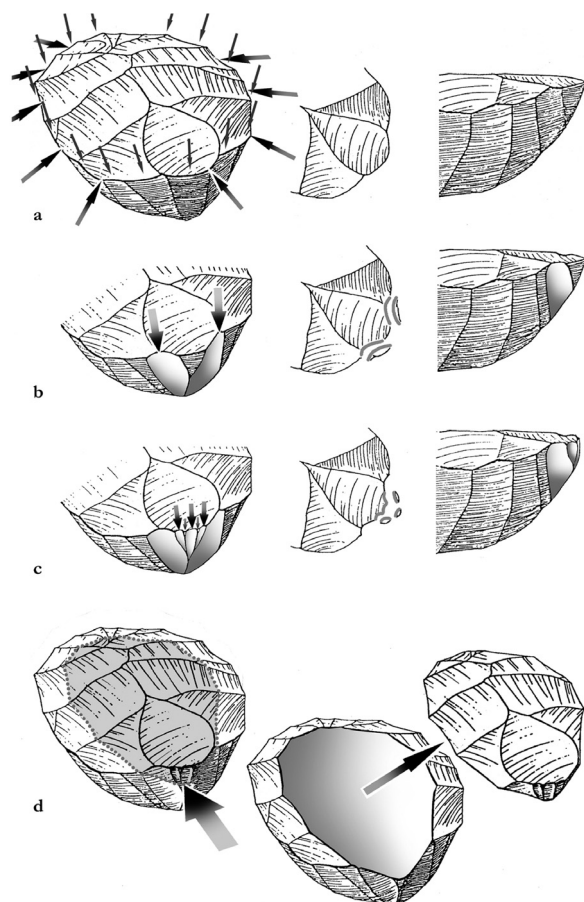


Fig. 5. Méthode Levallois à éclat préférentiel et préparation du plan de frappe en « chapeau de gendarme » ; a) enlèvements de préparation de la surface de débitage, de façon à ce qu'elle présente une convexité ajustée ; b) la première étape de la préparation du plan de frappe consiste à détacher deux éclats convergents et juste assez écartés pour faire apparaître en relief un petit triangle ; c) ensuite, de fins enlèvements lamellaires sont détachés par une petite percussion abrasive, de façon à arrondir ce triangle en le facetant (si la bosse ainsi créée est asymétrique, trop haute ou trop basse par rapport au plan de la surface de débitage, l'éclat Levallois attendu sortira malformé, trop mince ou trop épais) ; d) moyennant un geste délivré selon une incidence oblique précise, le percuteur atteindra le sommet de la bosse, déterminant la profondeur du plan de fracturation qui recoupe alors la convexité préparée de la surface de débitage, le tout pré-déterminant l'épaisseur, la largeur et la forme générale de l'éclat avec bord tranchant périphérique.

Fig. 5. Scheme of the Levallois method with a preferential (intended) flake and “chapeau de gendarme” striking platform: a) preparation flakes on the debitage surface in order to create an adjusted convexity; b) the first stage of the preparation of the striking platform consists of detaching two convergent flakes, separated just enough to create a small triangle in relief; c) next, a few fine bladelets are removed by a small, abrasive percussion in order to round off this triangle by faceting (if the bump thus formed is asymmetrical, too high or too low relative to the plane of the debitage surface, the Levallois flake removed will be skewed, too thin or too thick); d) if the strike is delivered with a correct oblique incidence, the hammerstone will attain the summit of the bump, determining the depth of the fracture plane, which will then cut through the prepared convexity of the debitage surface, all predetermining the thickness, width and general form of the flake with a peripheral cutting edge.

D'après Pelegrin in Boëda et Pelegrin, 1979–80, dessins J. Pelegrin, DAO G. Monthel.

mais suit un ou une succession d'objectifs morphologiques préconçus : la forme amygdaloïde allongée des bifaces d'Isenya, la surface de débitage régulièrement convexe et le plan de frappe adéquat du nucléus Levallois. Sauf à imaginer que les tailleurs gardaient devant eux une série de pièces « modèles », ces objectifs morphologiques préconçus ont donc valeur d'images mentales, c'est-à-dire de concepts (en opposition à la reconnaissance perceptuelle d'un objet présent aux sens, un concept peut être mobilisé mentalement en l'absence de l'objet : on peut décrire une orange, la comparer et même mimer–imaginer–ou décrire différentes façons de la peler sans qu'il s'en trouve à portée de vue).

Il faut aussi souligner un renversement capital dans la détermination de l'action. L'esprit de la méthode ne consiste plus en une simple succession de gestes élémentaires, plus ou moins adroitement exécutés. Au contraire, les modalités techniques – les gestes élémentaires – sont clairement subordonnées et ajustées à des intentions qui correspondent à des formes particulières. Corrélativement, une grande majorité des enlèvements est effectuée non pas pour eux-mêmes, mais ajustés pour l'effet que leur détachement aura sur la morphologie de la pièce taillée : cette hiérarchisation des gestes de taille entre enlèvements pré-déterminants et pré-déterminés, dans une même chaîne opératoire telle que le débitage Levallois, marque une nouvelle dimension cognitive dans la taille de la pierre.

La détermination de l'action ne se fait plus seulement selon l'état effectif de la pièce, mais aussi selon l'effet que produira cet enlèvement sur la morphologie attendue–préconçue–du produit espéré. Dans ce sens, un ordre du souhaitable se surajoute à l'ordre du possible qui prévalait jusqu'alors, et le domine dans une dialectique contradictoire : un enlèvement immédiatement possible n'est pas forcément souhaitable quant à l'objectif, un enlèvement souhaitable n'est pas toujours immédiatement possible au vu des contraintes techniques (mise en forme insuffisante, plan de frappe inadéquat, etc.). Ce faisant, la notion d'un savoir-faire idéatoire apparaît, dans la capacité d'adapter et de combiner les actions élémentaires, **en imaginant leur résultat effectif à la situation présente**, et en tenant compte de la difficulté de leur réalisation. Ces anticipations affectent ainsi la structure d'un raisonnement propositionnel : si modalité nx, alors résultat Nx, en tenant compte à la fois du réalisme de la modalité nx, et de l'opportunité du résultat Nx escompté.

On relève encore la nette augmentation de la durée des chaînes opératoires de fabrication lithique, qui passent désormais à plusieurs minutes, voire plusieurs dizaines de minutes, alors même qu'elles supposent une vigilance continue, et les réelles difficultés et durées d'apprentissage qu'elles impliquent pour les apprentis-tailleurs modernes.

Un autre trait, a priori moderne, apparaît encore avec les bifaces acheuléens les plus réguliers et symétriques : plutôt qu'une économie élégante de moyens (de Beaune, 2013) et en plus d'une recherche d'harmonie ou d'esthétique en tant que telle (Le Tensorer, 2001), nous y voyons l'évidence d'une émulation entre tailleurs (ou du tailleur avec lui-même ?), qui s'appliquent à faire preuve du meilleur d'eux-mêmes, comme à se faire plaisir. Il y a du *ludens* chez l'*H. faber*, ce qui est aussi une facette de l'humanité.

2. Conclusion

Les chaînes opératoires de taille des périodes très anciennes, quoique nettement démarquées de ce dont le chimpanzé semble capable en termes d'exécution (véritable bimanualité dynamique et précision du coup), paraissent réductibles à l'application soignée de formules simples.

Cependant, dès 2,3 Ma, une identification des paramètres techniques en jeu et la compréhension de leurs relations sont déjà perceptibles, objectivées par un geste d'entretien du plan de frappe qui démontre que son rôle technique et ses caractères morphologiques souhaitables (orientation et régularité) sont appréhendés par l'auteur.

Avec les Paléanthropiens, il y a plusieurs centaines de milliers d'années, des chaînes opératoires élaborées démontrent, au-delà d'une excellente modulation des gestes, que ce sont des intentions spécifiées (des images mentales de formes, à valeur de concepts selon les termes de la psychologie cognitive) qui guident le cours de l'action, dont les modalités sont constamment ajustées à l'évolution de la pièce. Ces ajustements dénotent d'un véritable savoir-faire « idéatoire », – c'est-à-dire la capacité d'évoquer des enchaînements virtuels de gestes modulés et d'anticiper à la fois leur résultat et leur difficulté de réalisation. Qu'ils soient ou non conscients, ces raisonnements semblent affecter une structure propositionnelle et porter sur l'ensemble des paramètres de la taille.

On pourrait dire que la taille est devenue délibérative : les propriétés de la matière sont, non seulement intégrées (au sens du paradigme écologiste), mais également maîtrisées. L'acteur peut s'en faire une opinion, en tirer des règles, infléchir le processus selon sa volonté propre et selon diverses circonstances.

Ainsi, à nos yeux, sur ce plan des capacités cognitives requises pour la taille des roches dures, l'essentiel est déjà là : les réalisations ultérieures d'*H. sapiens sapiens* ne renverront, à tel moment et dans telle région, qu'à une diversification des performances, permise par l'accumulation des innovations (nouvelles techniques de taille, nouveaux procédés d'emmanchement des outils et armatures, etc.).

Références

Alimen, M.-H., Goustard, M., 1962. Le développement de l'intelligence et les structures paléobiopsychologiques. *Bull. Soc. Prehist. Fr.* 59 (5–6), 386–406.

Boëda, E., 1994. Le concept Levallois : variabilité des méthodes. CNRS Editions (Monographie du CRA 9), Paris, 280 p.

Boëda, E., 1995. Levallois : a volumetric construction, methods, a technique. In: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The definition and interpretation of Levallois technology*. Prehistory Press (Monographs in World Archaeology; 23), Madison, pp. 41–68.

Boëda, E., Pelegrin, J., 1979–1980. (paru en 1983). Approche technologique du nucléus Levallois à éclat. *Étud. Prehist.* 15, 41–48.

Boëda, E., Geneste, J.-M., Meignen, L., 1990. Identification de chaînes opératoires du Paléolithique ancien et moyen. *Paleo* 2, 43–88.

Bordes, F., 1971. Physical evolution and technological evolution in man: a parallelism. *World Archaeol.* 3 (1), 1–5.

Commont, V., 1913. Les hommes contemporains du renne dans la vallée de la Somme. *Mem. Soc. Antiq. Picardie* 37, 207–646.

De Beaune, S.A., 2013/1. De la beauté du geste technique en Préhistoire. *Gradhiva* 17, 26–49.

Delagnes, A., Roche, H., 2005. Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalele 2 C, West Turkana. Kenya. *J. Hum. Evol.* 48 (5), 435–472.

Harmand, S., et al., 2015. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature* 521, 310–313.

Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H., Tixier, J., 1995. Technologie de la pierre taillée. CREP (Préhistoire de la Pierre Taillée 4). Paris, 199 p. (disponible sur le site web de la MAE).

Le Tensorer, J.-M., 2001. Acquisition de la notion de symétrie et émergence du sens de l'harmonie. *Rev. BPC* 7, 9 p.

Leroi-Gourhan, A., 1964. Le geste et la parole. I, Technique et langage. Albin Michel (coll. Sciences d'aujourd'hui), Paris, 323 p.

Pelegrin, J., 1993. A framework for analysing prehistoric stone tools manufacture and a tentative application to some early lithic industries. In: Berthelet, A., Chavaillon, J. (Eds.), *The Use of tools by human and non-human primates: A symposium of the Fyssen foundation*. Clarendon Press, Oxford, pp. 302–314.

Pelegrin, J., 2005. Remarks about archaeological techniques and methods of knapping: elements of a cognitive approach to stone knapping. In: Roux, V., Bril, B. (Eds.), *Stone knapping: the necessary condition for a uniquely hominid behaviour*. Mac Donald Institute monograph series, Cambridge, pp. 23–33.

Pelegrin, J., 2009. Cognition and the emergence of language a contribution from lithic technology. In: de Beaune, S.A., Coolidge, F.L., Wynn, T. (Eds.), *Cognitive Archaeology and Human Evolution*. Cambridge University Press, New York, pp. 95–107.

Perpère, M., 1999. Le débitage Levallois d'Ault (Somme, France). *L'Anthropologie (Paris)* 103 (3), 343–376.

Roche, H., 1980. Premiers outils taillés d'Afrique. Société d'ethnographie. Publications du Laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative, Université de Paris X, coll. Afrique ancienne, 1, Paris, 264 p.

Roche, H., 1989. Technological evolution in early hominids. *OSSA* 14, 91–98.

Roche, H., 2005. From simple flaking to shaping: stone-knapping evolution among early Hominins. In: Roux, V., Bril, B. (Eds.), *Stone knapping: the necessary condition for a uniquely hominid behaviour*. Mac Donald Institute monograph series, Cambridge, pp. 35–48.

Roche, H., Texier, P.-J., 1996. Evaluation of technical competence of *Homo erectus* in East Africa during the Middle Pleistocene. In: Bower, J.R.F., Sartono, S. (Eds.), *Human Evolution in its Ecological Context*. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Leiden, pp. 153–167.

Roche, H., Delagnes, A., Brugal, J.-P., Feibel, C., Kibunja, M., Mourre, V., Texier, P.-J., 1999. Early hominid stone tool production and technical skill 2.34 Myr ago in West Turkana, Kenya. *Nature* 399, 57–60.

Semaw, S., et al., 1997. 2.5-million-year-old stone tools from Gona, Ethiopia. *Nature* 385, 333–336.

Texier, P.-J., Roche, H., 1995. The impact of predetermination on the development of some Acheulean chaînes opératoires. In: Bermudez de Castro, J. (Ed.), *Evolucion humana en Europa y los yacimientos de la Sierra Atapuerca*. Junta de Castilla y Leon, pp. 403–420.

Toth, N., 1993. Early stone industries and inferences regarding language and cognition. In: Gibson, K.R., Ingold, T. (Eds.), *Tool, language and cognition in human evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 346–362.

Wynn, T., 1991. Archaeological evidence for modern intelligence. In: Foley, R.A. (Ed.), *The origins of human behaviour*. Unwin Hyman, London, pp. 52–66.